Transport Canada Transports Canada

TP 1624

Marine Casualty Investigations

Enquêtes sur les accidents maritimes

Investigation Report to the Minister pursuant to sections 542 or 545 of the Canada Shipping Act

Rapport d'investigation au Ministre conformément aux articles 542 ou 545 de la Loi sur la marine marchande du Canada

Canada

This report is also available in English.

RAPPORT D'INVESTIGATION SUR LES CIRCONSTANCES DE L'ÉCHOUEMENT DU NAVIRE LIBÉRIEN "FEDERAL ELBE" SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT, LE 28 NOVEMBRE 1985.

RAPPORT N° 436

These sections of the Investigation Report prepared pursuant to Section 542, or of the Preliminary Inquiry Report prepared pursuant to Section 545, of the Canada Shipping Act, are released for accident prevention purposes only and are confined to cause-related circumstances.

This report and its contents may be deficient and misleading if used in any other process and are not to be used or admitted in evidence in any legal proceedings, either civil or criminal, arising out of the casualty described in the report. The statements, opinions and findings in the report are those of the Marine Casualty Investigations Division only and do not constitute admissions made by or on behalf of Her Majesty the Queen in right of Canada.

Ces sections du rapport d'investigation ou du rapport préliminaire sont rédigées en vertu des articles 542 et 545 respectifs de la Loi sur la marine marchande du Canada et ne sont publiées qu' à des fins de prévention des accidents seulement et ne portent que sur les circonstances entourant le cas à l'étude.

Ce rapport et son contenu peuvent être insuffisants et trompeurs s'ils sont utilisés à d'autres fins et ne peuvent être utilisés ou acceptés comme preuve dans quelque procédure que ce soit, au civil ou au criminel, même si ces procédures découlent de l'accident décrit dans ledit rapport. Les déclarations, les opinions et les constatations de ce rapport appartiennent uniquement à la section des Enquêtes sur les accidents maritimes et ne constituent pas une acceptation de la part ou au nom de Sa Majesté du chef du Canada.

RAPPORT D'INVESTIGATION SUR LES CIRCONSTANCES DE L'ÉCHOUEMENT DU NAVIRE LIBÉRIEN "FEDERAL ELBE" SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT, LE 28 NOVEMBRE 1985.

Détails concernant le bâtiment

Nom	"FEDERAL ELBE"
Numéro officiel	6829
Nationalité	Libérienne
Port d'immatriculation	Monrovia
Indicatif d'appel	ELAD 9
Jauge brute	18 237 tonneaux
Jauge nette	10 900 tonneaux
Longueur (hors tout)	199,80 m
Largeur	22,86 m
Creux	14,03 m
Construction	1981, Mathias-Thesen-Werft à Wismar, République démocratique allemande
Conversion	1981, Sumitomo Heavy Industries, Oppama, Japon
Type	Vraquier
Propulsion	Moteur MAN 8 cylindres, type K 8Z 70/12E, moteren Werk, Rostock, République démocratique allemande. 11 200 b.h.p. entraînant une hélice à pas variable. 15 noeuds
Hélice du propulseur d'étrave	Électrique, 1000 i.h.p.
Génératrices	Trois (3) diesel type 5NVU 4SA-2 construits par VEB Schwermaschingebou Karl Liebknecht Magdeberg, République démocratique allemande, 935 h.p. à 400 r/min, entraînant trois (3) génératrices Garbe, Lahmeyer & Co. A.G., type DSM 800/44-18b, 450 V, 1026 A = 800 kW chacune à 400 r/min.

Génératrice de secours	Un (1) Danish Electric Diesels Ltd. type ON 641 entraînant une génératrice type MC 3346 Newage Stamford, Angleterre. 440/254 V, 129 A. Puissance de 75 kW
Circuits de commande et de contrôle de la génératrice	24 V CC fabriqués par A.E.G. Steinhoft 9 200 Hamburg II République fédérale d'Allemagne
Chargeur de batterie du circuit de commande	V.E.B. Mathias Thesen Werft Wismar, République démocratique allemande Redresseur de charge thyristorisé avec contrôleur automatique. N° 125-2850. 60 Hz 440 V. Fabriqué en 1981
Propriétaires	Sandaliatis Shipping Corporation Ltd. Morovia, Liberia
Gérants	Fednav Ship Management Ltd. Ibex House Minories London, EC3N IDY United Kingdom
Affréteurs	Le bâtiment est affrété à temps par : Federal Commerce & Navigation Ltd. Suite 2600 600, de la Gauchetière W. Montreal, Quebec H3B 4M3
Agent	Malone Marine Agency Ltd. 2620 Notre-Dame Trois-Rivières, Quebec G9A 5L6
Cargaison	22 875 tonnes de concentré de zinc
Tirant d'eau	Au départ de Trois-Rivières : 9,65 m à l'avant 9,69 m à l'arrière 9,67 m au milieu
Équipage	25 personnes
Société de classification	Bureau Veritas +I 3/3 E. Vraquier/Minéralier, Haute-mer, Ice Class

Équipement de navigation

Radar 1	Decca RM 1626B
Radar 2	Decca ACS 1330C
Radiogoniomètre	Plath Navigon SFP 705 LNG
Sondeur 1	Simrad EN
Sondeur 2	Simrad ED 161
Decca	Decca MK 21
Loran 'C'	Decca 1024
NavSat	Magnavox MX 2102
Oméga	Sait Alph-Omega OR 4600
VHF 1	Sait CB 21
VHF 2	Sait CB 20
2182 kHz	Sait Skanti TRP 600
Gyrocompas	(2) Anshutz avec 4 répétiteurs et équipement pour les aides à la navigation
Compas magnétique	À réflexion, W. Ludolph
Pilote automatique	Anshutz
Carte utilisée	SHC 1336 avec modification 1985.899

Description du bâtiment

Le "FEDERAL ELBE" est un vraquier possédant un pont et six cales, il est muni de 4 grues de chargement qui ont chacune une charge pratique de sécurité de 25 tons. Les machines et les emménagements sont situés à l'arrière. Le bâtiment a été construit en 1981 en Allemagne de l'Est et a été rallongé à Oppama, au Japon, la même année. La vitesse et le pas de l'hélice de la machine sont commandés au moyen d'un système de commande passerelle AEG, actionné de la console centrale de la passerelle ou de commandes secondaires situées dans chacun des ailerons.

Le bâtiment effectue des voyages réguliers entre l'Europe et la Voie maritime du Saint-Laurent.

Certificats au moment de l'accident

Tous les certificats sont délivrés par le Bureau Veritas, à Paris, avec l'autorisation du gouvernement du Libéria.

1.	Franc-bord	Délivré à Paris, le 24 novembre 1981, valide jusqu'au 31 mars 1986
2.	Certificat de sécurité de construction pour navire de charge	Délivré à Paris, le 22 octobre 1981, valide jusqu'au 24 mars 1986, dernière mention à Anvers, le 5 mars 1985
3.	Certificat de sécurité du matériel d'armement pour navire de charge	Délivré à Paris, le 25 avril 1985, valide jusqu'au 5 mars 1987
4.	Certificat de sécurité radiotélégraphique pour navire de charge	Délivré à Paris, le 25 avril 1985, valide jusqu'au 5 mars 1987

NOTA : Dans le présent rapport, toutes les heures sont exprimées en fonction de l'heure normale de l'Est (UTC* moins 5 h).

Données préliminaires

Le navire libérien "FEDERAL ELBE" était amarré côté tribord à la section 19 du quai de Trois-Rivières, où il avait terminé le chargement de 22 875 tonnes de concentré de zinc à 15h00, le 28 novembre 1985.

À 20h13 le même jour, le bâtiment a évité pour sortir de son poste à quai et a descendu le fleuve à pleine vitesse, à destination d'Anvers.

Lorsqu'on n'a plus eu besoin du propulseur d'étrave, on a fermé une des trois génératrices principales du bâtiment. Une quinzaine de minutes plus tard, pendant le voyage sur la Voie maritime du Saint-Laurent à une vitesse d'environ 13 noeuds sur le fond, les deux autres génératrices qui étaient en marche se sont déclenchées au tableau de distribution principal. Il s'est produit une panne d'électricité totale qui a stoppé l'appareil à gouverner et la machine principale.

Peu avant 20h36, moment où le bâtiment s'est échoué par 46°23,65'N et 072°27,43'W près de la bouée C39, on a vainement essayé d'empêcher l'échouement en jetant l'ancre de tribord.

---

*UTC - temps universel coordonné.

Les premières tentatives de renflouement n'ont rien donné; on a allégé le bâtiment en déchargeant quelque 2322 tonnes de la cargaison. Il a été finalement renfloué le 1er décembre 1985 et, après une inspection sous-marine et des réparations temporaires, il a repris la mer à destination d'Anvers à 00h01 le 7 décembre 1985.

L'accident n'a pas entraîné de pollution, n'a pas causé de blessure et le trafic maritime n'a pas été interrompu.

Récit des événements

Après avoir fini de charger le bâtiment à 15h00 le 28 novembre 1985, on vérifie tous les systèmes de navigation de la passerelle, les commandes des machines et l'appareil à gouverner et tous sont en bon état.

Vers 19h00 le même jour, un pilote monte à bord du "FEDERAL ELBE" à la section 19 du quai de Trois-Rivières. On donne l'ordre "paré à la manoeuvre" aux machines à 19h50; la machine est commandée de la passerelle. On dédouble et on largue les amarres du quai à 20h00. Les deux moteurs de barre ainsi que les deux radars sont en marche.

Au moyen de son hélice du propulseur d'étrave, de la machine principale et avec l'aide du remorqueur "ROBERT H", amarré par la hanche tribord, le bâtiment est écarté du quai. Vers 20h10, on largue les amarres du remorqueur qui s'éloigne du bâtiment et ce dernier descend le fleuve. Vers 20h13, on règle les commandes de la machine de la passerelle à 120 r/min environ, le pas de l'hélice correspondant à la pleine vitesse de manoeuvre avant, soit environ 11 noeuds.

En quittant Trois-Rivières, les trois génératrices de 800 kW/A sont en marche et fournissent 2400 kW/A au tableau de distribution principal. Lorsque la passerelle informe que l'hélice du propulseur d'étrave électrique n'est plus requise pour les manoeuvres, on stoppe la génératrice n° 1 à 20h15.

Après avoir évité pour sortir de son poste à quai, le bâtiment descend le fleuve en suivant différents alignements, et rencontre quatre navires contrebordiers avant d'arriver au Cap-de-la-Madeleine. Le troisième officier relève une position radar au large de la jetée du Cap-de-la-Madeleine à 20h30, et l'indique sur la carte. La jetée se trouve au 288° (V) et à 1,25 encâblure, ce qui situe le bâtiment au milieu du chenal. À ce moment-là, le bâtiment fait cap au 038° (V).

On modifie la route au 063° (V) à la bouée C45 et au 070° (V) à la bouée C41. À 20h32, à peu près à mi-chemin entre la bouée C41 et la bouée C39, il se produit une panne d'électricité

totale. Le bâtiment, à une vitesse sur le fond évaluée à 13 noeuds environ, machine stoppée, commence à éviter lentement à tribord. On donne l'ordre "à bâbord toute" à la barre et "en arrière toute" à la machine mais aucune des deux ne répond. On sent que le bâtiment touche le banc à l'avant par son côté tribord quelques secondes avant de s'échouer à 20h36.

On demande au 2e officier de venir dans le compartiment de l'appareil à gouverner afin de préparer l'appareil à gouverner pour passer à la gouverne d'urgence. Il quitte immédiatement la passerelle et apporte avec lui la radio portative pour maintenir la communication avec la passerelle. À son arrivée, il place l'appareil à gouverner au système non asservi advenant le cas où l'électricité reviendrait. Ce faisant, il sent que le bâtiment s'échoue.

Sur le pont avant, le second capitaine surveille la fermeture de l'écoutille n° 1 au moment où la panne se produit. Il reçoit l'ordre, par radio portative, de jeter l'ancre tribord. Il transmet l'ordre au maître d'équipage, qui se tient près du guindeau sur le gaillard, de jeter l'ancre tribord. Ce dernier exécute l'ordre presque immédiatement. C'est à peu près à ce moment-là que le bâtiment s'échoue.

Dans la salle des machines, vers 20h30, le disjoncteur de la génératrice n° 2 sur le tableau de distribution principal se déclenche et la machine d'entraînement de la génératrice stoppe. Le 2e mécanicien sort de la salle de commande des machines pour la remettre en marche au niveau de la génératrice, il réussit à 20h31. Mais, avant qu'il soit revenu dans la salle de commande, la génératrice s'est à nouveau arrêtée. Vers 20h32, la génératrice n° 3 ralentit et stoppe, le disjoncteur se déclenche causant une panne d'électricité totale qui provoque l'arrêt de la machine principale.

Peu de temps après la panne, le chef mécanicien sort de la salle de commande des machines pour se rendre sur le gaillard afin de s'assurer que le groupe générateur de secours fonctionne. Avant d'arriver sur le gaillard, il entend le groupe de secours démarrer et, presque immédiatement après, le son d'une ancre que l'on jette. En entrant dans la salle du groupe de secours sous le gaillard, il pousse le bouton du tableau de distribution de secours pour enclencher le disjoncteur de secours, fournissant ainsi de l'électricité aux circuits de secours.

Le 2e mécanicien sort également de la salle de commande au moment de la panne et essaie vainement à deux reprises de remettre en marche la génératrice n° 3 au niveau de la génératrice elle-même. Sous l'action du démarreur pneumatique, le moteur tourne mais ne démarre pas. Peu de temps après, les circuits et l'éclairage de secours se remettent à fonctionner, alimentés par le groupe de secours. On vérifie le niveau de carburant diesel

dans la caisse journalière et celui-ci est correct. En vérifiant l'écrou de purge de la conduite de carburant diesel du moteur de la génératrice n° 3 placée du côté moteur du filtre à carburant, on aperçoit qu'il n'y a pas de carburant dans la conduite.

En vérifiant le levier d'inversion de la crépine duplex dans la caisse journalière de carburant diesel, on s'aperçoit que le levier est presque au point milieu (arrêt) entre les deux crépines, coupant ainsi l'alimentation en carburant aux génératrices. On constate également que les crépines duplex ne sont ni sales ni obstruées.

À 21h15, le levier de la crépine duplex est placé à la position avant plein flux et on évacue l'air des conduites de carburant des génératrices n^{os} 2 et 3. On met en marche la génératrice n° 3 au niveau de la génératrice elle-même et on essaie d'enclencher le disjoncteur en utilisant le commutateur de transfert automatique et de protection de 24 V CC de la génératrice. Le disjoncteur ne reste pas enclenché. On s'aperçoit, à 21h16, que le panneau de commande automatique de 24 V n'est pas alimenté en électricité. À 21h17, on met en marche et en régime la génératrice n° 2 et on enclenche manuellement le disjoncteur du tableau de distribution principal ce qui rétablit l'électricité sur le bâtiment.

Entre 20h45 et 21h20, on sonde tous les cofferdams, cales, ballasts, citernes de mazout et citernes de carburant diesel. On ne décèle aucune voie d'eau et il n'y a pas de changement dans le niveau des citernes de mazout ou de carburant diesel. On sonde également autour du bâtiment et la profondeur minimale est de 7,90 m par l'avant bâbord. Le bâtiment est échoué du côté tribord, de l'avant jusqu'à l'extrémité arrière de la cale n° 5 et, du côté bâbord, de l'avant jusqu'à l'extrémité arrière de la cale n° 3.

On signale l'accident aux STM de Montréal sur la voie 13 du VHF à 20h44. Pendant la panne, la radio continue de fonctionner au moyen des batteries. Dans le message, on indique que le bâtiment se trouve partiellement dans le chenal par une longueur de 50 m. Selon le rapport, le cap du bâtiment est au 079,5° (V).

Vers 23h25, on essaie de remettre le bâtiment à flot par la puissance de ses propres machines, mais on abandonne à 23h30. On demande l'aide de remorqueurs pour le lendemain matin pendant la marée haute.

À 09h55 le lendemain le 29 novembre 1985, trois remorqueurs, le "CAPTAIN IOANNIS S", de 7000 h.p., le "LEONARD W", de 4200 h.p. et le "ROBERT H", de 1000 h.p. arrivent bord à bord avec le bâtiment. Vers 11h00, les remorqueurs sont amarrés au bâtiment et, en plaçant la machine à "en arrière toute" et grâce aux efforts des remorqueurs en marche arrière et avant, on tente

de renflouer le bâtiment jusqu'à 12h35, moment où on abandonne. À 12h40, on libère les remorqueurs et on les renvoie à 14h10. Lorsqu'on laisse tomber toute tentative pour renflouer le bâtiment, le cap est au 097° (V).

La Lloyd's de Londres a dans ses registres un programme informatisé des conditions de stabilité et de chargement pour le bâtiment. Après qu'on eut fait parvenir la disposition de la cargaison, du carburant, etc., l'ordinateur a conçu un plan d'allègement de façon à ne pas imposer de contraintes excessives au bâtiment. Le second capitaine a également préparé un programme similaire au moyen du LOADICATOR du bâtiment.

À 22h30, on pénètre dans la citerne de ballast n° 1 de bâbord par un trou d'homme à partir du coqueron avant et on découvre qu'il y a un renfoncement de 1200 mm sur 500 mm sur 150 mm environ dans le bordé de fond au droit des couples 193 à 196. On s'aperçoit qu'une soudure dans le renfoncement comporte une crique sur une longueur de 200 mm et que l'eau pénètre par là. On n'a aucune difficulté à assécher la citerne en utilisant occasionnellement la pompe de ballast.

Le chaland "P.S.1" arrive bord à bord avec le bâtiment à 05h45, le 30 novembre 1985. Après avoir installé une benne preneuse sur les grues du bâtiment, les opérations d'allègement décidées suite aux calculs obtenus de Londres et à bord, commencent dans la cale n° 1 à 09h45. L'allègement se poursuit dans les cales n^{os} 1, 2, 4 et 5 jusqu'à 13h50 le 1er décembre 1985. Pendant ce temps, on leste les citernes n^{os} 1.1, 1.4, 1.5, 1.6 et 1.7 pour garder le bâtiment échoué, dans le courant. On débarque une cargaison d'un poids total de 2232 tonnes sur le chaland.

À 11h30, le 1er décembre 1985, le remorqueur "CAPTAIN IOANNIS S" de 7000 h.p., est amarré à l'arrière et le remorqueur "SALAVAGE MONARCH", de 1400 h.p., est amarré par la hanche bâbord. On donne l'ordre "paré à la manoeuvre" à la machine du bâtiment à 12h30 quand on entame les opérations de délestage. À 12h50, le remorqueur "CATHY MCALLISTER", de 1200 h.p. et le remorqueur "HELEN MCALLISTER", de 1320 h.p., sont amarrés par l'avant bâbord et la hanche tribord respectivement. Au moyen de la machine principale en marche arrière au moment du délestage et avec l'aide des quatre remorqueurs, le bâtiment est renfloué à 14h15.

On libère les remorqueurs à 14h45 et le bâtiment se dirige vers un mouillage à Bécancour. On commence le rechargement de la cargaison déchargée sur le chaland à 16h40, le 1er décembre 1985, opération qui se termine à 08h30, le 4 décembre 1985.

Pendant le rechargement, le gardien intérimaire du port de Trois-Rivières inspecte le bâtiment et lui donne la permission de reprendre la route jusqu'à Baie-Comeau afin d'y subir une inspec-

tion sous-marine et des réparations. Il appareille de Bécancour à 09h48, le 4 décembre 1985.

À Baie Comeau, des plongeurs inspectent le bâtiment et effectuent les réparations qui consistent à placer une tôle boulonnée et un joint d'étanchéité sur la crique arrêtée de la soudure au droit du couple 195 à l'extérieur et à poser un batardeau à l'intérieur. Les réparations temporaires sont terminées dans l'après-midi du 6 décembre 1985, à la satisfaction de l'inspecteur du Bureau Veritas et des experts maritimes de la Sécurité des navires.

Le bâtiment appareille à destination d'Anvers à 00h01, le 7 décembre 1985.

Analyse des principaux facteurs

1. Conditions du temps et de marée

Voici les conditions du temps, au moment de l'accident :

Vent	NW à 10 noeuds
Pression barométrique	1023 mb
Température de l'air	-6 °C
Température de la mer	0 °C
Ciel	Nuageux
Visibilité	Bonne

La vitesse moyenne du courant dans les environs de la position de l'échouement du bâtiment apparaît sur la carte n° 1336 du SHC comme étant à 1,7 noeuds, au 060° V. Les Instructions nautiques, Golfe et fleuve Saint-Laurent, sixième édition, 1985, stipulent :

> "Marées et courants. - La marée se fait très peu sentir à Trois-Rivières où le marnage maximum est de l'ordre de 1 pied (0,3 m).
>
> Près de la limite aval du port, au NE de la pointe de Bécancour, le courant du fleuve porte à l'Est à une vitesse de 1,5 noeuds..."

Pendant la période de l'échouement, la marée haute à Trois-Rivières était aux heures suivantes :

28 novembre 1985	12h54
29 novembre 1985	00h49 et 13h29
30 novembre 1985	01h24 et 14h04
1er décembre 1985	02h04 et 14h39

2. Système d'alimentation en carburant de la génératrice

Le carburant diesel des génératrices du bâtiment est contenu dans la citerne n° 5.1. Il est transféré de la citerne jusqu'à la caisse journalière grâce à un séparateur. De la caisse journalière, le carburant diesel passe par une soupape d'arrêt qui peut être fermée à distance à l'extérieur du compartiment machine.

Du côté génératrice de la soupape d'arrêt de la caisse journalière, le carburant passe dans une crépine duplex. Une valve de commutation permet de mettre en service un côté ou l'autre de la crépine. Le plein flux correspond à une position du levier de contrôle à environ 45° de la verticale, d'un côté ou de l'autre.

L'extrémité du levier, qui n'est pas lestée pour le maintenir en position ouverte, est située à environ 7 cm à l'extérieur du bord du passavant et 30 cm au-dessus de celui-ci au niveau de la caisse journalière de carburant diesel.

Entre la position plein flux et la verticale, le déplacement du levier réduit progressivement la quantité de carburant qui arrive au côté de la crépine utilisé jusqu'à ce que le levier soit en position tout à fait verticale. Dans cette position, la valve est fermée, et l'alimentation en carburant aux deux crépines, et par conséquent aux génératrices, est complètement coupée.

À partir de la crépine en service, le carburant est fourni aux trois machines d'entraînement des génératrices qui sont situées sur un niveau inférieur dans la salle des machines. À chaque machine d'entraînement de génératrice, il y a une pompe à engrenage à l'huile diesel entraînée mécaniquement qui amène le carburant jusqu'à un logement de filtres duplex contenant chacun un filtre en papier. Le filtre duplex est situé à l'extrémité supérieure avant de la machine d'entraînement de la génératrice. Sur le dessus du filtre, il y a une purge d'air. Une vanne de by-pass du carburant est installée sur la conduite de carburant sur la pompe à engrenage afin de permettre au filtre en service d'être amorcé par gravité.

Lorsque les génératrices sont tombées en panne, l'arrivée de carburant aux filtres par les pompes à engrenage a été coupée.

Lorsqu'on a essayé, après la panne, de remettre en marche les génératrices, le deuxième mécanicien n'a pas changé la vanne de by-pass pour amorcer l'alimentation en carburant.

C'est pour cette raison qu'il n'y avait pas de carburant au niveau des filtres. On a découvert l'erreur à 21h15 et, à ce moment-là, on avait enlevé l'air dans les conduites de carburant.

Après la panne d'électricité, on a rapporté que le levier d'inversion de la crépine duplex se trouvait en position presque verticale, position qui pouvait empêcher le carburant de se rendre aux trois génératrices.

On n'a pas déterminé dans quelles circonstances le levier a été placé dans cette position.

Depuis l'accident, on a fabriqué une boîte de protection entre le passavant et le levier afin d'empêcher que ce dernier ne soit déplacé accidentellement.

3. Essais effectués sur les systèmes d'alimentation en carburant

On a effectué des essais le 3 décembre 1985, alors que le bâtiment était à l'ancre à Bécancour, pour essayer de simuler la panne. On a placé en position verticale le levier permettant au carburant de se rendre aux crépines, ce qui a fait stopper les génératrices. Après l'essai, on a enlevé de leur logement les filtres en papier de chaque génératrice pour la première fois depuis la panne d'électricité. Dans des conditions normales, l'huile diesel de la caisse journalière passe par l'extérieur du filtre vers le centre.

Les filtres des génératrices n^{os} 2 et 3 étaient très souillés par les résidus d'huile et s'étaient déformés dans leurs logements. Le filtre de la génératrice n° 1, qui avait été volontairement arrêtée quelque 17 minutes avant la panne, était également écrasé et souillé, mais dans une moins grande mesure.

Des échantillons de résidus d'huile prélevés sur les filtres ont été envoyés au laboratoire d'analyse du carburant de la Det Norske Veritas en Norvège. Dans les résidus, il y avait des produits de cendres, de métal commun et de calcium.

Avant que l'on connaisse l'état des filtres, on a fait fonctionner les génératrices pendant cinq jours avec les filtres déformés en place dans leurs logements.

Les génératrices en service au moment de la panne étaient celles dont les filtres étaient les plus endommagés et, comme les conduites de carburant de ces génératrices ne contenaient que de l'air immédiatement après la panne, il est possible que les filtres se soient déformés par suite du manque partiel de carburant pendant que les génératrices fonctionnaient.

Il semble aussi bien évident que les filtres eux-mêmes n'ont pas empêché le carburant de passer puisqu'on a fait fonctionner les génératrices pendant cinq jours avec les filtres en place.

Rien n'indique que l'on ait actionné la commande à distance de la soupape d'arrêt du carburant de la caisse journalière.

4. Description du système de commande et de contrôle de la génératrice

La station génératrice d'électricité du "FEDERAL ELBE" fonctionne automatiquement dans des conditions normales. Si, pour une raison quelconque, une génératrice s'arrête alors qu'elle est en charge, une génératrice de réserve choisie au préalable démarre automatiquement et se met en régime. Le disjoncteur se ferme alors et la génératrice de réserve passe en charge.

Cette suite d'opérations est commandée par un circuit de 24 V CC, dont la puissance est fournie par deux accumulateurs au plomb montés en série. Les batteries gardent leur charge de 24 V grâce à un chargeur de batteries automatique d'une puissance nominale de 13,5 A avec une capacité de chargement maximale de 15 A. Le disjoncteur de la génératrice de réserve est enclenché au moyen d'un relais par le circuit de 24 V CC.

Le circuit est du type à fonctionnement infaillible. Une défectuosité électrique fera déclencher le disjoncteur de la génératrice, mais la machine d'entraînement de la génératrice continuera de fonctionner. Si, toutefois, la machine d'entraînement de la génératrice cesse de fonctionner parce qu'il y a une défectuosité, elle ne se remettra pas en marche automatiquement puisque la génératrice aura été fermée par le système décrit ci-dessous. Le cas échéant, la machine d'entraînement de la génératrice doit être remise en marche au niveau de la génératrice, au régime (400 r/min), puis le disjoncteur du tableau de distribution principal doit être fermé manuellement.

Au moment de l'accident, la génératrice n° 1 était la génératrice de réserve et elle n'a pas démarré lorsque la panne s'est produite.

Le circuit de 24 V CC qui contrôle la machine d'entraînement de la génératrice réagit à trois conditions anormales : la pression d'huile basse, la température de l'eau de refroidissement élevée et la survitesse.

Chaque machine d'entraînement de génératrice possède un tachymètre entraîné mécaniquement qui fournit une tension

directement proportionnelle au nombre de tours. La tension passe par un circuit imprimé pour la génératrice en cause où elle est comparée à la tension régulière de 24 V CC qui est fournie par les mêmes batteries susmentionnées.

Lorsqu'une machine d'entraînement de génératrice est en condition de survitesse, la tension fournie par le tachymètre aux circuits sensibles dépassera la tension fournie par le tachymètre au régime prédéterminé de 400 r/min de la machine d'entraînement de la génératrice.

Si l'écart préétabli entre la tension de référence constante fournie par les batteries et la tension fournie par le tachymètre est dépassé pendant une période prédéterminée (quelques secondes), le circuit sensible réagira à cette différence, fermant un relais qui dirigera la tension de l'accumulateur à une soupape de sectionnement à solénoïde placée sur la machine d'entraînement de la génératrice et la fermera. Au même moment, le circuit fera entendre une alarme et indiquera une condition de survitesse sur le panneau de commande de la salle des machines.

Le circuit sensible est programmé pour détecter un écart de tension entre la tension qui lui est fournie par le tachymètre de la génératrice et la tension de référence de l'accumulateur seulement. Si la tension de référence normale tombe en dessous de la tolérance prédéterminée, l'écart de tension qui entraîne l'arrêt de la génératrice en cas de survitesse se déclenche même si la machine d'entraînement de la génératrice tourne au régime normal.

En vérifiant le disjoncteur automatique et le système de contrôle de 24 V CC après la panne, on s'est aperçu que la tension des accumulateurs était tombée en dessous de 15 V. D'autres vérifications du système ont permis de constater que le chargeur de batterie automatique était défectueux et inopérant.

Compte tenu des indices faisant croire à une privation possible de carburant décrits en 3 ci-dessus et de la complexité du système de commande électronique, on n'a pas estimé avec certitude, à ce moment-là, que la basse tension de la batterie avait causé la panne des génératrices. Toutefois, les batteries ont été changées et le chargeur de batterie a été réparé après l'échouement.

Une panne semblable s'est produite le 14 janvier 1986 lorsque le bâtiment était amarré à la section 43 du port de Montréal. La tension de la batterie était d'environ 15 V.

Un spécialiste a longuement cherché à savoir si les deux pannes avaient été causées par la basse tension de la

batterie. On a découvert que le chargeur de batterie présentait des problèmes intermittents dans le mode automatique.

On a effectué des essais pour simuler la panne du 28 novembre 1985. On a artificiellement créé une basse tension des accumulateurs aux circuits de commande dans les mêmes conditions et circonstances qu'au moment de l'échouement. L'expérience a été répétée au moins dix fois avec les mêmes résultats.

La soupape de sectionnement à solénoïde de l'alimentation en carburant de la machine d'entraînement de la génératrice n° 2 a été actionnée par le circuit de commande, l'alarme a retenti, la lampe témoin de survitesse du tableau avertisseur dans la salle des machines s'est allumée et la génératrice s'est arrêtée, ouvrant son disjoncteur sur le tableau de distribution principal. La génératrice n° 3 s'est arrêtée de la même façon environ une minute plus tard, ce qui a causé une panne totale. La génératrice de réserve n° 1 ne s'est pas mise en marche automatiquement pour venir en charge.

Le fait que la génératrice n° 3 se soit arrêtée une minute environ après la génératrice n° 2 est due à la légère différence dans l'écart de tension préétabli de son circuit de commande imprimé.

La tension du circuit de commande est tombée en dessous de 15 V après que la génératrice n° 2 se soit arrêtée et elle a continué de tomber rapidement. À ce moment-là, la tension était insuffisante pour mettre en marche la séquence de démarrage de la génératrice n° 1.

L'expérience susmentionnée a été répétée deux fois le 24 janvier 1986 pour le bénéfice de l'enquêteur, et a obtenu encore les mêmes résultats.

On s'est aperçu au cours des simulations ci-dessus, que la séquence de fermeture en cas de survitesse causée par la basse tension de contrôle se produit seulement lorsque la tension de commande tombe en dessous de 24 V. Dans des conditions de fonctionnement, on pourrait l'attribuer au fait que le chargeur de batterie ne chargeait pas suffisamment.

Dans ces conditions, la tension de commande tombe assez lentement pour rester dans la zone de référence de l'élément à action différée du circuit imprimé pour déclencher la séquence de fermeture.

Si, toutefois, la tension de commande était rapidement coupée, la séquence de fermeture ne se produirait pas.

Depuis que l'on a découvert ces faits, on a installé un nouveau chargeur à batterie et on a modifié le système de commande et le disjoncteur automatique de 24 V. On a également apporté des modifications au système d'alarme.

Le système de contrôle a été modifié en installant un compteur comportant des réglages d'alarme de haute et basse tension. Dans le système modifié, lorsque la tension de commande de la batterie descend à 21 V, l'alarme locale retentit et un témoin d'avertissement s'allume. Au même moment, le compteur met en marche un relais qui ouvre les trois circuits de tension régulière de batterie des génératrices. La séquence empêche les génératrices de tomber en panne à la suite d'un signal de survitesse erroné dû à une tension de commande basse.

Une fois la tension de commande coupée, le système d'alarme principal indique une défectuosité du 24 V CC. L'alarme principale est alors relayée à un terminal dans la cabine du mécanicien permettant de surveiller la salle des machines à distance.

5. Génératrice de secours

La génératrice de secours du "FEDERAL ELBE" est située sous le gaillard dans la salle du groupe de secours. La puissance est de 75 kW à 440 V. Dans le cas d'une panne, la machine d'entraînement de la génératrice se met automatiquement en marche et en régime; toutefois, l'électricité produite ne parvient au tableau de distribution de la génératrice de secours que lorsque le disjoncteur principal a été enclenché manuellement. La génératrice de secours fournit l'alimentation en électricité aux systèmes de 440 V:

- Ventilateur de la salle à CO2
- Pupitre de Commande 620 de la passerelle
- 2 ventilateurs
- Redresseur de charge
- Détecteur de fumée
- Transformateurs n^{os} 3 et 4
- Ventilateur d'évacuation de la salle des machines
- Compresseur d'air auxiliaire
- Machine à souder
- Pompe de l'échangeur de chaleur de l'eau de réfrigération
- Pompe d'incendie de secours
- Pompe de l'eau de mer du port
- Compresseur d'air à l'avant

La génératrice de secours fournit également de l'électricité aux systèmes de 220 V suivants :

- Commande de l'appareil à gouverner

- Éclairage de secours - salle du groupe de secours
- Éclairage de secours - salle des machines
- Éclairage de secours - général
- Pupitre de commande de la salle des machines

Si tous les systèmes susmentionnés sont débranchés du tableau de distribution de secours, il est théoriquement possible de mettre en marche le moteur de barre électro-hydraulique et de le faire fonctionner à partir de la génératrice de secours. En pratique, la surtension nécessaire pour mettre en marche le moteur de barre électro-hydraulique dépasse la puissance de 75 kW de la génératrice de secours et fait déclencher le disjoncteur de la génératrice de secours. Le système de secours n'est pas conçu pour faire fonctionner le moteur et on n'a pas essayé de le faire après la panne.

Le circuit de 220 V de l'appareil à gouverner relié à la génératrice de secours sert à fournir la puissance pour la transmission des ordres de barre à l'appareil à gouverner électro-hydraulique seulement et ne fera pas fonctionner le moteur de l'appareil à gouverner électro-hydraulique de 440 V.

La construction et la conversion du bâtiment ont été terminées en 1981. Dès lors, il devait respecter les dispositions des paragraphes i) à v) inclus de la règle 26 d) concernant les génératrices de secours de la Conférence internationale de 1974 sur la sauvegarde de la vie humaine en mer (appendice I).

Selon la règle, il n'est pas nécessaire que la génératrice de secours se mette en marche automatiquement ni que la puissance produite alimente automatiquement les circuits nécessaires.

En outre, la règle n'exige pas que la génératrice de secours fournisse la puissance au moteur de l'appareil à gouverner.

6. Qualifications et expérience du personnel

Le capitaine du "FEDERAL ELBE" possède des certificats coréen et libérien valides de capitaine de long cours. Il compte 13 ans de temps de mer dont 7 en tant que capitaine. Le bâtiment fait régulièrement la navette entre l'Europe et la Voie maritime du Saint-Laurent.

Le second capitaine du "FEDERAL ELBE" possède un permis coréen de capitaine valide pour les navires de moins de 6000 tjb et un permis libérien de premier lieutenant valide pour les navires de toute jauge. Il compte 10 ans de temps de mer dont 3 ans en tant que second capitaine.

Le deuxième officier du "FEDERAL ELBE" possède un permis coréen de capitaine valide pour les navires de moins de 6000 tjb et un permis libérien de second lieutenant valide pour des navires de toute jauge. Il compte 2 années d'expérience comme officier de navigation dans la marine coréenne et 3 ans d'expérience comme officier à bord d'un navire marchand.

Le troisième officier du "FEDERAL ELBE" possède un permis coréen de capitaine valide pour les navires de moins de 6000 tjb et un permis libérien de troisième lieutenant valide pour les navires de toute jauge. Il compte 2 ans d'expérience comme troisième officier.

Le chef mécanicien du "FEDERAL ELBE" possède un permis coréen de chef mécanicien valide pour les navires à vapeur et à moteur de n'importe quelle puissance. Il compte 16 années de temps de mer dont 10 en tant que chef mécanicien et il occupe ce poste à bord du bâtiment depuis plus d'un an.

Le deuxième mécanicien du "FEDERAL ELBE" possède un permis coréen de chef mécanicien valide (combiné) et un permis libérien de premier mécanicien valide pour les navires à vapeur et à moteur de toute puissance. Il compte 7 années de temps de mer dont 2½ ans en tant que deuxième mécanicien.

Le pilote du "FEDERAL ELBE" possède un brevet de pilote de classe A délivré par l'Administration de pilotage des Laurentides en 1985. Il compte 5 ans d'expérience en tant que pilote dans le secteur Québec-Trois-Rivières après un apprentissage de 2½ ans.

Constatations

Il semble que le "FEDERAL ELBE" se soit échoué à la suite d'une panne d'électricité totale provoquée par :

- une défaillance du disjoncteur automatique de la génératrice CC et du système de contrôle de 24 V CC qui a fait cesser successivement le fonctionnement des génératrices et, par conséquent, de la machine principale et de l'appareil à gouverner;

Il semble aussi que :

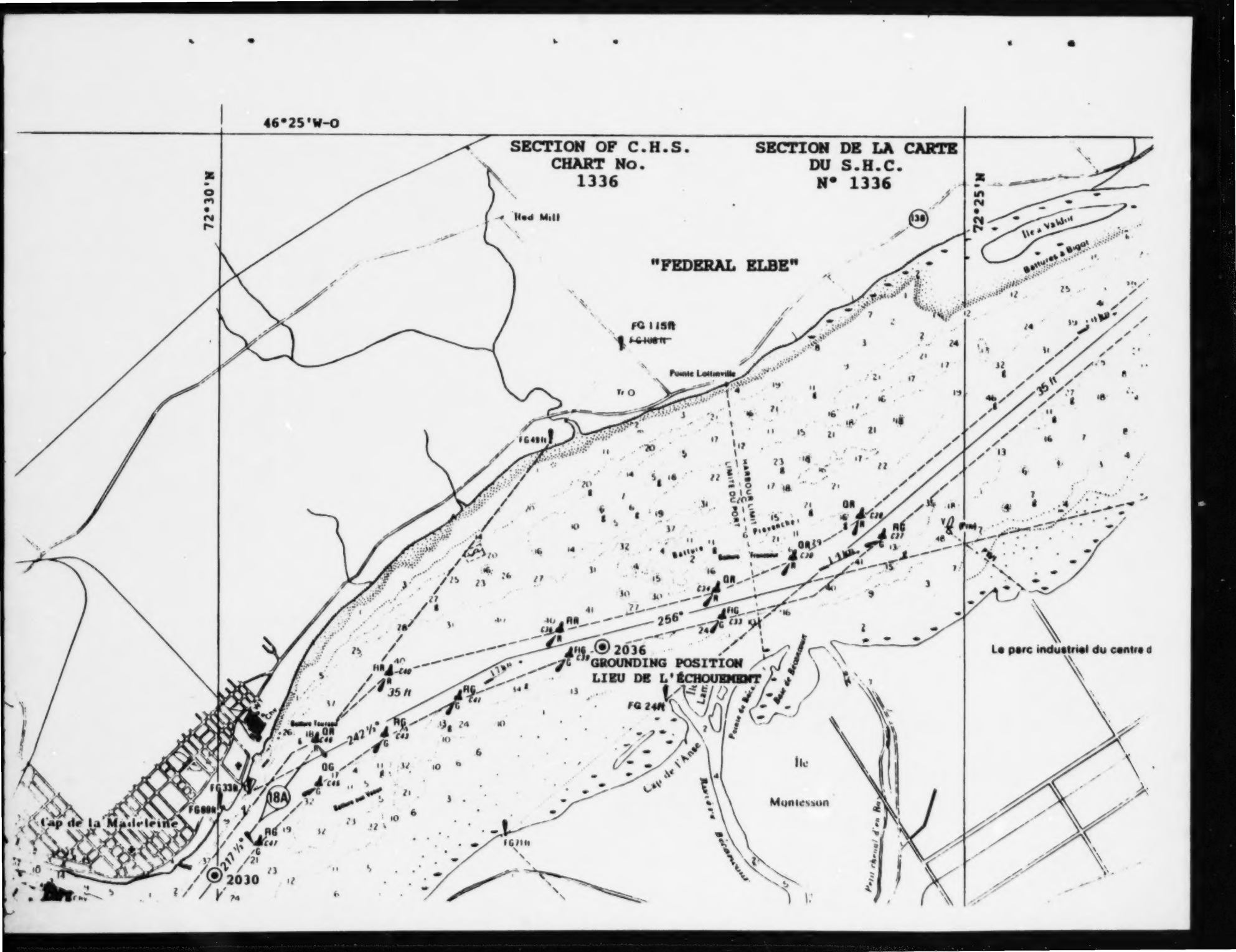
- la défaillance ait été causée par la tension de commande basse du système sensible de survitesse de la génératrice qui, à son tour, a été causée par un chargeur de batterie défectueux;

- le système de protection et de contrôle contenait un défaut en ce sens qu'il ne pouvait distinguer entre un voltage de contrôle trop bas et une situation de survitesse de la génératrice;

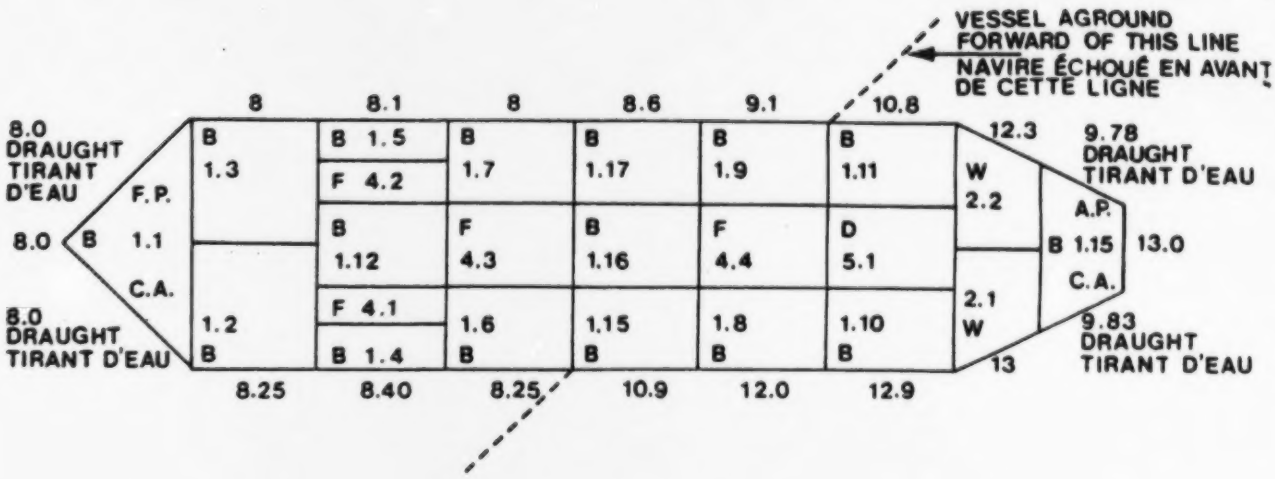
- il y avait des agents polluants dans le carburant diesel des génératrices qui ont sali les filtres de la génératrice même si cet état n'a probablement pas causé la panne;

- la génératrice de secours du bâtiment a fonctionné comme prévu dans les règles SOLAS de 1974.

OTTAWA, ONTARIO
OCTOBRE 1986.


46°25'W-O
72°30'N
72°25'N
SECTION OF C.H.S.
CHART No.
1336
SECTION DE LA CARTE
DU S.H.C.
N° 1336
"FEDERAL ELBE"
Red Mill
Pointe Lottinville
FG 115ft
FG 48ft
FG 24ft
FG 71ft
FG 33ft
FG 80ft
35 ft
256°
242½°
217½°
2036
GROUNDING POSITION
LIEU DE L'ÉCHOUEMENT
2030
18A
138
Cap de la Madeleine
Cap de l'Anse
Ile Lanoraie
Ile Montesson
Le parc industriel du centre d

"FEDERAL ELBE"



1. BALLAST (B)
   LEST

2. FRESH WATER (W)
   EAU DOUCE

3. FUEL OIL (F)
   MAZOUT

4. DIESEL OIL (D)
   HUILE DIESEL

SAILING DRAUGHT IN TROIS-RIVIÈRES
TIRANT D'EAU DE DÉPART DE TROIS-RIVIÈRES

SKETCH SHOWING
CROQUIS DÉMONTRANT

1. TANK LAYOUT
   L'AGENCEMENT DES CITERNES

2. SOUNDINGS AROUND VESSEL AT THE TIME OF GROUNDING
   LES SONDES AUTOUR DU NAVIRE LORS DE L'ÉCHOUEMENT
   ~~LA PARTIE DU NAVIRE ÉCHOUÉ~~

3. SECTION OF THE VESSEL THAT WAS AGROUND
   LA PARTIE DU NAVIRE ÉCHOUÉ

APPENDICE I

Conférence internationale de 1974 sur la sauvegarde de la vie humaine en mer.

Règle 26

Source d'énergie électrique de secours sur les navires de charge

a) *Navires de charge d'une jauge brute égale ou supérieure à 5000 tonneaux*

i) Sur les navires de charge d'une jauge brute égale ou supérieure à 5000 tonneaux, il doit être prévu une source autonome d'énergie de secours; elle doit être située, à la satisfaction de l'Administration, au-dessus du pont continu le plus élevé et en dehors des tambours de l'appareil propulsif, de manière que son fonctionnement continu soit assuré en cas d'incendie ou de tout autre accident provoquant une défaillance de l'installation électrique principale.

ii) L'énergie disponible doit être suffisante pour alimenter tous les services que l'Administration considère comme nécessaires à la sécurité de toutes les personnes présentes à bord au cas où des mesures de secours doivent être prises, compte tenu des services qui peuvent avoir à fonctionner simultanément. On prend spécialement en considération:

1) l'éclairage de secours aux postes d'embarquement, sur le pont et à l'extérieur le long du bord, dans tous les escaliers, coursives et échappées, dans les locaux de l'appareil propulsif et dans le local dans lequel se trouve la station génératrice principale, sur la passerelle de navigation et dans la chambre des cartes;

2) le signal d'alarme;

3) les feux de navigation s'ils sont exclusivement électriques et le fanal à signaux de jour si son alimentation ne provient que de la source principale d'énergie électrique.

Cette énergie doit pouvoir être assurée et maintenue pendant 6 heures.

iii) La source d'énergie de secours peut être:

1) une batterie d'accumulateurs capable de supporter la charge de secours sans avoir besoin d'être rechargée et sans chute excessive de tension;

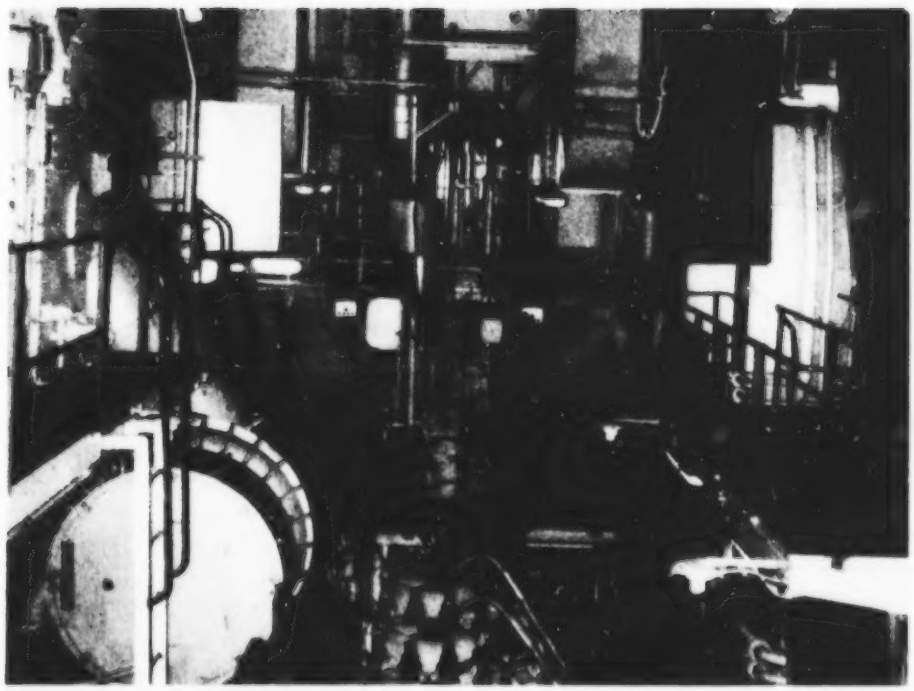
2) une génératrice actionnée par une machine d'entraînement appropriée munie d'une alimentation indépendante de combustible et d'un système de démarrage à la satisfaction de l'Administration. Le combustible utilisé ne doit pas avoir un point éclair inférieur à 43°C (110°F).

—

iv) L'ensemble de l'installation de secours doit être réalisé de manière qu'elle puisse fonctionner lorsque le navire a une bande de 22,5 degrés avec, simultanément ou non, un angle d'assiette de 10 degrés.

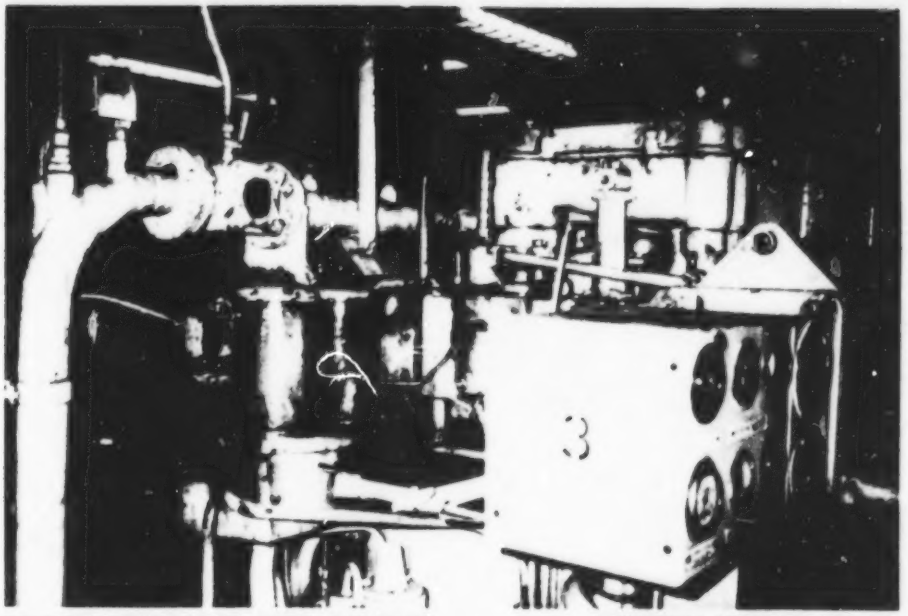
v) Toutes mesures doivent être prises pour assurer la vérification à intervalles réguliers du fonctionnement de l'ensemble de l'installation de secours.

PHOTOGRAPHS PHOTOGRAPHIES



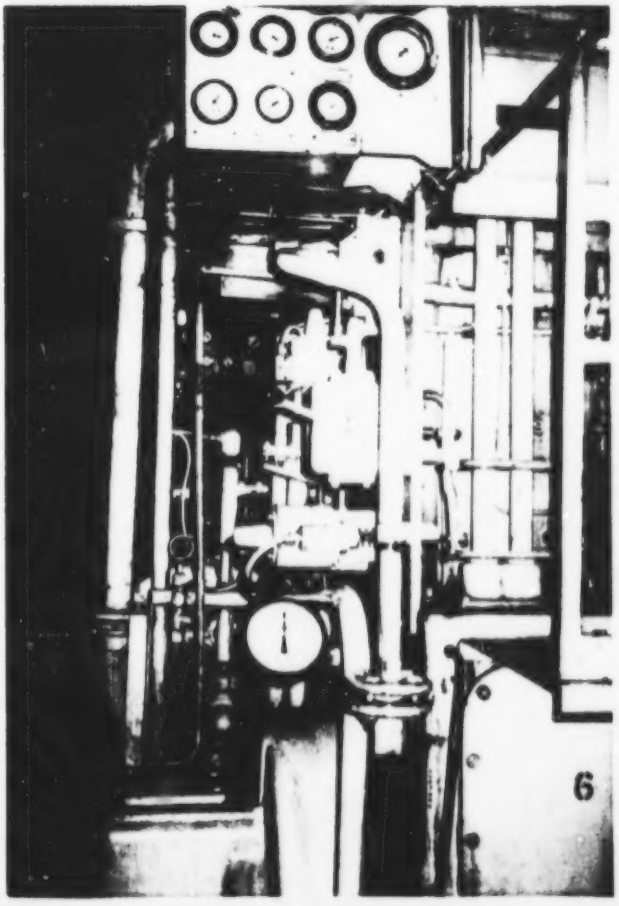
ENGINE ROOM LAYOUT, LOOKING AFT.
No. 2 GENERATOR AT CENTRE

DISPOSITION DE LA SALLE DES MACHINES VUE VERS L'ARRIÈRE
GÉNÉRATRICE N°2 AU CENTRE



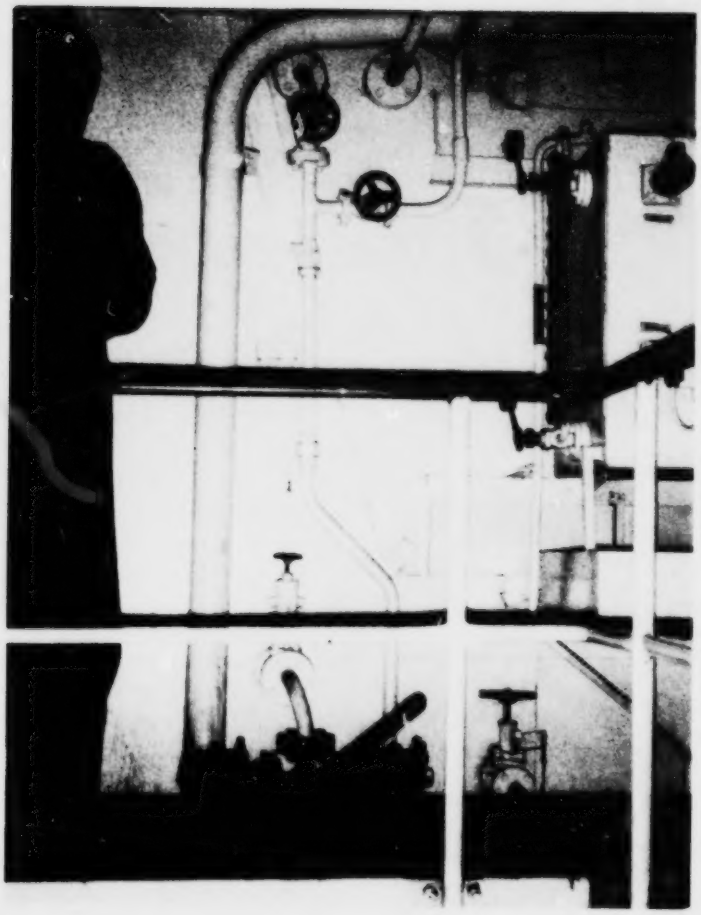
DUPLEX GENERATOR FUEL FILTERS

FILTRES DUPLEX DE LA GÉNÉRATRICE



LEFT:
FUEL CUT-OFF SOLENOID
ON GENERATOR

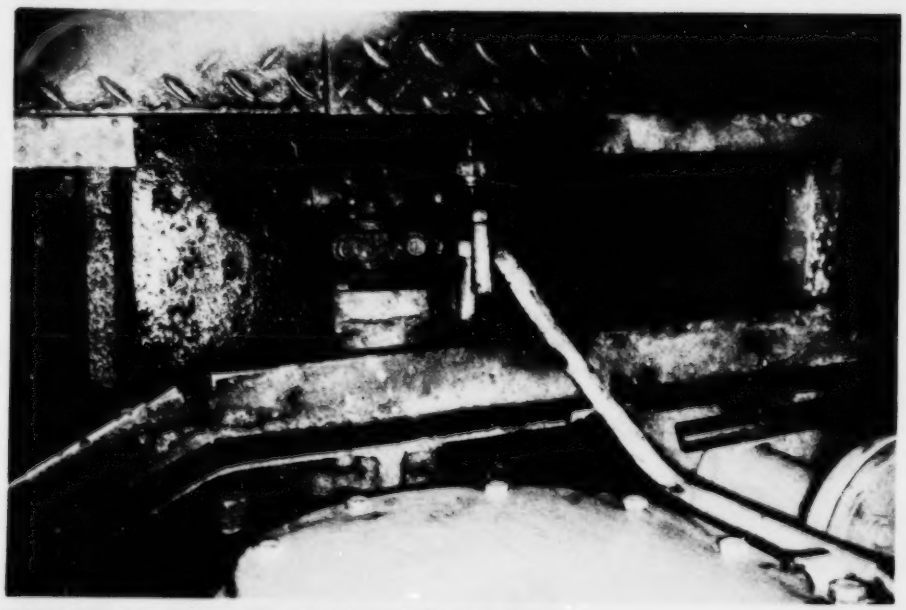
À GAUCHE:
VALVE SOLÉNOÏDE
DE FERMETURE
DU CARBURANT
À LA GÉNÉRATRICE



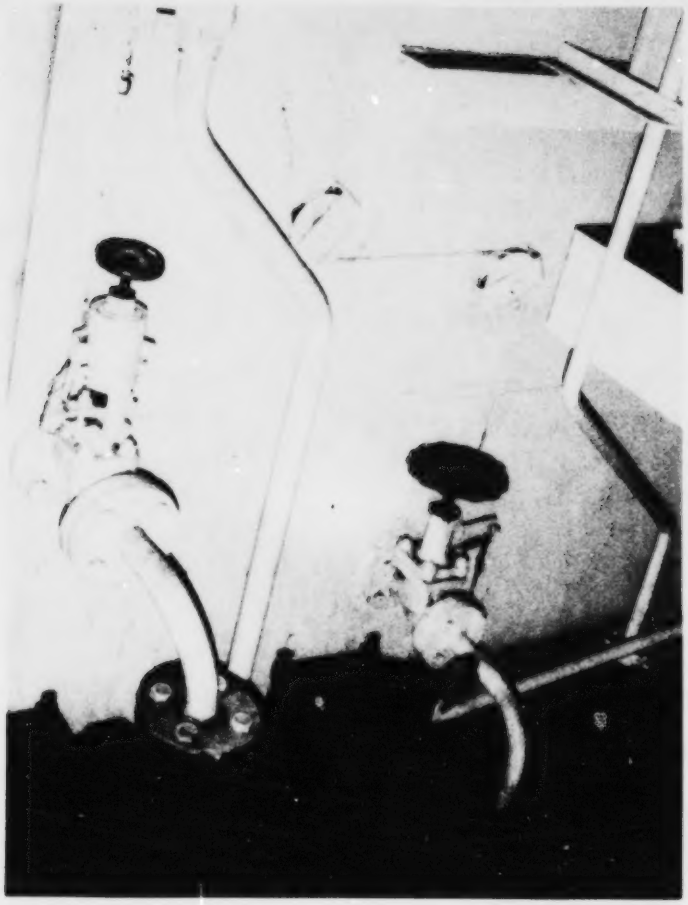
LEFT:
DUPLEX OIL STRAINER
CATWALK

À GAUCHE:
CRÉPINE DUPLEX DE
L'HUILE ET PASSAVANT

GEAR PUMP FUEL BY-PASS VALVE AT GENERATOR



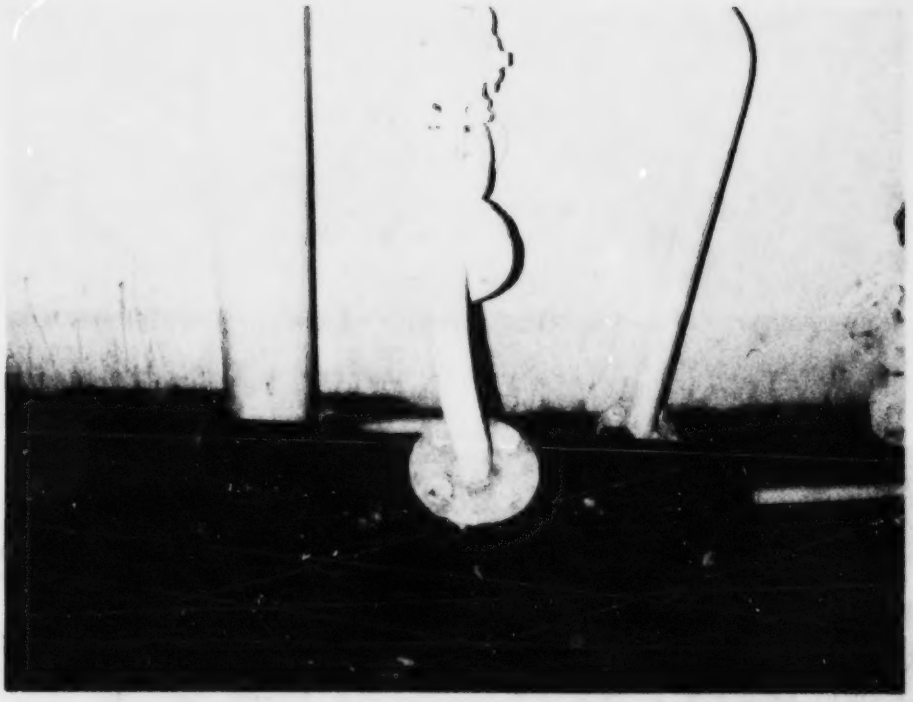
ROBINET BY-PASS DE LA POMPE À ENGRENAGE
POUR COMBUSTIBLE PRÈS DE LA GÉNÉRATRICE



LEFT:
DUPLEX OIL STRAINER AND REMOTE CONTROL SHUT-OFF VALVE. NOTE EDGE OF CATWALK.

À GAUCHE:
CRÉPINE DUPLEX DE L'HUILE ET COMMANDE À DISTANCE DE LA SOUPAPE D'ARRÊT. À REMARQUER LE BORD DU PASSAVANT.

RIGHT:
DUPLEX OIL STRAINER. LEVER IN FORWARD FULLY OPEN POSITION.



À DROITE:
CRÉPINE DUPLEX DE L'HUILE. BRAS DE LEVIER À LA POSITION PLEIN FLUX.